

偏置式曲柄滑块机构最佳传动性能的研究

洪家娣

(华东交通大学 机电工程学院,江西 南昌 415003)

摘要:探讨了给定行程速比及滑块行程的偏置式曲柄滑块机构具有最佳传动性能的设计方法。

关键词:最小传动角;最佳传动性能;设计

中图分类号:TH112.1

文献标识码:A

1 引言

偏置式曲柄滑块机构由于其运动副均为低副,各元件间为面接触,传动时接触面积较大,构成低副两元件的几何形状比较简单,加工比较方便,易于得到较高的制造精度等优点,因而,在各类机械中得到了十分广泛的应用。然而,由于这种机构在多种情况下应用于载荷较重的场合,对其传动性能的研究一直是机构学研究的热门课题之一,尤其是随着现代机械工业的发展,曲柄滑块机构的运动速度和承载能力都有了大幅度的提高,因而,对其传动性能提出了更高的要求。

众所周知,机构中传动角 γ 的大小是衡量其传动性能的主要参数之一。在传统的设计中,一般是预先给定最小传动角的许用值,并以此为依据设计机构中各构件的长度,由于最小传动角的许用值多数为经验值,因而其传动性能并非最佳。本文探讨了最小传动角具有最大值时(即机构的传动性能最佳时)曲柄滑动机构中各构件长度的关系式。

2 偏置式曲柄滑块机构的综合方程

图1所示的偏置式曲柄滑块机构,曲柄 AB 长为 a 、连杆 BC 长为 b 、滑块行程 C_1C_3 长为 H 、偏距为 e 、极位夹角为 θ 、行程速比系数为 K ,角 θ 与行程速比系数 K 的关系为:

$$\theta = 180^\circ \frac{K-1}{K+1} \quad (1)$$

由图1可得出机构的综合方程式:

$$R = \frac{H}{2\sin\theta} \quad (2)$$

$$a = 2R \cos\left(\frac{\theta + \alpha}{2}\right) \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \quad (3)$$

$$b = 2R \sin\left(\frac{\theta + \alpha}{2}\right) \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) \quad (4)$$

收稿日期:2002-06-21

作者简介:洪家娣(1949-),女,上海人,机电学院教授。

$$e = (b - a) \sin(\theta + \frac{\alpha}{2}) \quad (5)$$

式中 α 为直线 AO 与 OC_1 之间的夹角。

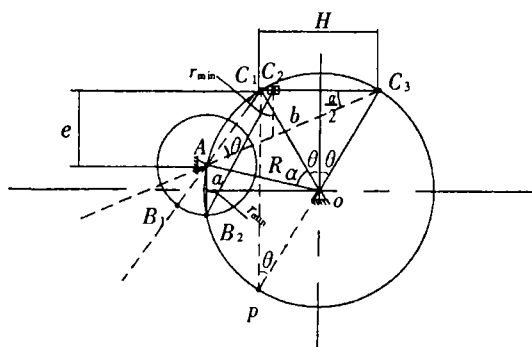


图1 偏置式曲柄滑块结构

3 最佳传动性能的设计

可以证明,当滑块处于 C_2 位置时,机构具有最小传动角 $r_{\min}$,且

$$\cos r_{\min} = \frac{a + e}{b} \quad (6)$$

显而易见,当改变曲柄长度 a 、连杆长度 b 以及偏距 e 时,都将改变最小传动角 $r_{\min}$ 的值和影响机构的传动性能。

将式(3)、(4)、(5)代入式(6)得到:

$$\cos r_{\min} = \frac{2R \cos(\frac{\theta + \alpha}{2}) \sin \frac{\theta}{2} + [2R \sin(\frac{\theta + \alpha}{2}) \cos \frac{\theta}{2} - 2R \cos(\frac{\theta + \alpha}{2}) \sin \frac{\theta}{2}] \sin(\theta + \frac{\alpha}{2})}{2R \sin \frac{\theta + \alpha}{2} \cos \frac{\theta}{2}}$$

整理后可得到:

$$\cos r_{\min} = \frac{\sin \frac{\theta}{2} \cos(\frac{\theta + \alpha}{2}) + \frac{1}{2} [\cos \theta - \cos(\alpha + \theta)]}{\cos \frac{\theta}{2} \sin(\frac{\theta + \alpha}{2})} \quad (7)$$

本文讨论在给定行程速比系数 K (即极为夹角 θ 为常数)和滑块行程 H 条件,最小传动角 $r_{\min}$ 具有最大值时,构件长度 a 、 b 和偏距 e 之间的关系式。将(7)式对 α 求导,并令其值为零:

$$\begin{aligned} & [-\frac{1}{2} \sin \frac{\theta}{2} \sin(\frac{\theta + \alpha}{2}) + \frac{1}{2} \sin(\alpha + \theta)] \cos \frac{\theta}{2} \sin(\frac{\theta + \alpha}{2}) \\ &= \frac{1}{2} \cos \frac{\theta}{2} \cos(\frac{\theta + \alpha}{2}) \cdot [\sin \frac{\theta}{2} \cos(\frac{\theta + \alpha}{2}) + \frac{1}{2} (\cos \theta - \cos(\alpha + \theta))] \end{aligned}$$

经整理,并考虑式(3)、(4)、(5)可得到:

$$ab^2 = R^3 \sin^2 \theta + \frac{\alpha}{2} R \sin \theta \cos \frac{\theta}{2} \left[\frac{b}{\sin(\frac{\theta}{2})} - \frac{\sqrt{4R^2 \cos^2(\frac{\theta}{2}) - b^2}}{\cos(\frac{\theta}{2})} \right] \frac{e}{b - a} \quad (8)$$

(8)式即为机构的最小传动角 $r_{\min}$ 具有最大值时(即机构的传动性能最佳时),构件长度 a 、 b 与偏 e 之间的关系式。

4 计算实例

若已知偏置式曲柄滑块机构的行程速比系数 $K = 1.25$, 滑块行程 $H = 100 \text{ mm}$, 求具有最佳传动性能时各

构件的长度.

解:由式(1)得机构的极位夹角 $\theta = 20^\circ$.

由式(2)可得 $R = 161.8 \text{ mm}$,

由式(3)、(4)及(8)可得到: $a = 48.82 \text{ mm}$, $b = 154.71 \text{ mm}$, $e = 75.59 \text{ mm}$, $r_{\min} = 40.059^\circ$, $\alpha = 45^\circ$, 机构的传动性能最佳.

5 结 论

- 1) 机构中的传动角 r 是衡量其传动性能的主要参数之一;
- 2) 当给定行程速比系数 K , 滑块行程 H 时, 偏置式曲柄滑块机构最小传动角 $r_{\min}$ 的值是随构件长度 a 、 b 及偏距 e 而变化的;
- 3) 当满足式(8)时, 构件的最小传动角 $r_{\min}$ 具有最大值, 其传动性能最佳.

参考文献:

- [1] 孙 桓, 陈作模. 机械原理(第五版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 1997.
- [2] 华大年, 华志宏, 吕静平. 连杆机构设计[M]. 上海: 上海科技出版社, 1995.
- [3] 吕仲文. 具有急回运动平面连杆机构的解折设计及最小传动角最大的优化设计[C]. 机械设计教学研讨会论文集, 2001.

Study on Optimum Transmission Performance of Deflection Crank Slider Mechanism

HONG Jia-di

(School of Mechanical and Electrical Information, East China Jiaotong Uni., Nanchang 330013, China)

Abstract: This paper describes the design method of deflection crank slider mechanism of the given stroke velocity rate and slider stroke, which has optimum transmission performance.

Key words: minimal transmission angle; optimum transmission performance; design